

“Moving objects at sea: trends and challenges” 是法国海军研究院Prof. Christophe Claramunt 在2010年的报告。报告分为两部分，分别总结了当前海洋电子系统的技术状况以及未来发展的趋势和挑战。海上移动对象主要是研究海洋数据的建模、监控、模拟、可视化和分析，相关的应用包括交通、环境考察和海上安全。总体来看，这是一个综合的海洋数据集成平台，包括GPS、雷达数据、地图数据、基站数据等（图1）。二维电子海图是目前使用最多的综合系统，是有效的船舶导航工具。但是仍存在一些问题，如数据整合不直接、可视化和系统功能较简单、异构数据集成问题、缺乏决策辅助和模拟功能等。未来的研究可以在海洋数据集成、模式发现和分析、异构数据等方面开展（图2）。

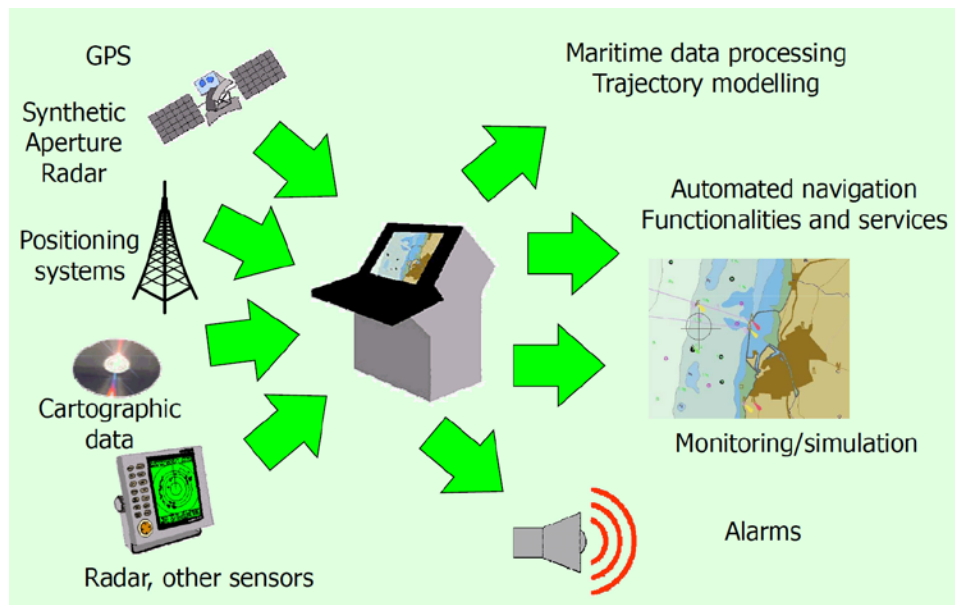


Figure 1 电子海图系统概况

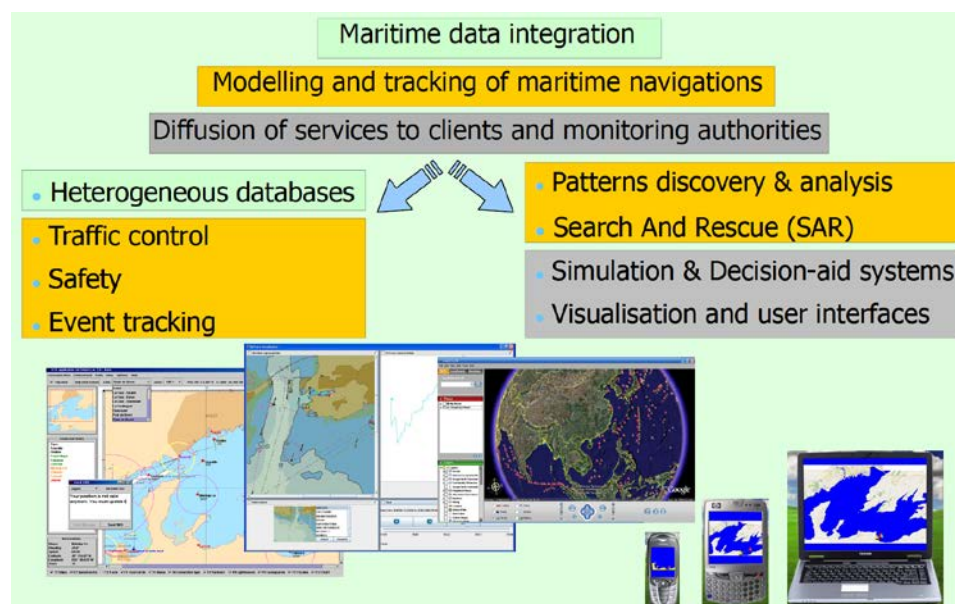


Figure 2 海洋移动对象研究方向

苏黎世大学地理系教授 Patrick Laube 在报告“GIScience in Motion: Progress in Analyzing Movement in Geographical Information Systems and Science”中总结了移动数据的研究历史、现状和未来的发展方向。在移动数据发展的第一个阶段，移动数据量增加超过了目前一般数

数据库的处理范畴，因此在数据管理上迫切需要加强。而处理移动数据首先需要建立适当的模型。移动数据研究涉及到的模型无外乎两类：地图数据模型、地理空间模型。前者研究较为成熟，包括栅格模型和矢量模型。而对于后者，则需要在研究过程中根据实际情况设计，如有何种移动形式、对象是如何移动的、需要解决哪些问题、分析数据的工具有哪些等。根据地理空间模型选择的不同，移动数据的形式也有所不同，如轨迹、边、网格、wifi 热点等。对于移动数据而言，与传统的关系数据有着较大的差异。因此在数据存储和分析上也有很大不同。非空间对象关系一般限于关联、成员、子类、实例等，但是对于移动对象来说，除此之外还可能面向集合的（flocking）、拓扑的（meet、line up）、方位的（left、above 等）、度量的（距离、速度）、形状相似的等。报告特别提到移动对象模式分析的挑战：数据量大、由于信息密度大，可视化和地图存在信息重叠。因此，根据数据特征进行搜索以及运动模式的高级抽象非常重要。

“Group Spatiotemporal Pattern Queries”是德国 Hagen 大学做移动对象数据库 SECONDO 团队最新的研究成果，发表于地理学期刊 Geoinformatica。论文总结了群体移动模式为八种：

Table 1 Examples for the Group STPs	
1	<i>Concurrence</i> [23]: $n$ moving point objects (MPO) showing the same motion attribute value (e.g., speed, azimuth) at time $t$ .
2	<i>Trend-setter</i> [23]: One trend-setting MPO anticipates the motion of $m$ others, so that they show the same motion attribute value.
3	$(m, r)$ <i>Flock</i> [16, 24]: At least $m$ MPOs are within a circular region of radius $r$ and they move in the same direction.
4	$(m, r, d)$ <i>Leadership</i> [16, 24]: At least $m$ MPOs are within a circular region of radius $r$ , and they move in the same direction. At least one of them was already moving in this direction for at least $d$ time steps.
5	$(m, r)$ <i>Convergence</i> [16, 24]: At least $m$ MPOs will pass through the same circular region of radius $r$ , assuming they keep their direction.
6	$(m, r)$ <i>Encounter</i> [16, 24]: At least $m$ MPOs will be simultaneously inside the same circular region of radius $r$ (assuming they keep their speed and direction).
7	$(m, r, d)$ <i>Convoy</i> [20]: At least $d$ consecutive timesteps, during which an $(m, r)$ <i>Density-based Cluster</i> is defined.
8	$(m, r, d)$ <i>Flock</i> [6]: At least $d$ consecutive timesteps, such that for every timestep there is a disk of radius $r$ that contains all the $m$ MPOs.

随后，详细描述了实现群体移动模式查询的底层数据模型、查询语言以及部分查询算法。其主要内容还是基于 SECONDO，用关系代数表示对象的时空关系。虽然形式上工整，但是表示和实现都过于复杂。例如下面的查询，语句非常冗长。

*Example 5* Find a leadership pattern that consists of: 3 gazelles heading in northern direction, followed by a (20, 15, 10) flock of gazelles.

```
let follow = vec("baba", "bab.a", "baab");
query
  reportpattern[
    leader: Gazelles feed
      gpattern[.Id, mdirection(.Trip) between [ 45.0, 135.0 ],
        three_minutes, 3, "exactly" ],
    flock: Gazelles feed {g1} Gazelles feed {g2}
      symmjoin[ .Id_g1 < ..Id_g2 ]
      crosspattern[.Id_g1, .Id_g2, distance(Trip_g1, Trip_g2) < 30.0,
        ten_minutes, 20, "clique" ];
    stconstraint("flock", "leader", follow) ]
  extend[ flockMReg: fun(t: TUPLE) Gazelles feed
    boundingregion(attr(t, flock), create_duration(0, 30000) ) ]
  extend[ leaderFinSet:val(final(.leader)),
    flockInitSet:val(initial(.flock)) ]
  filter[
    always(mdirection(rough_center(.flockMReg)) between [45.0, 135.0]) and
    (.leaderFinSet issubset .flockInitSet) ]
  consume;
```

我们的想法基于两点:

- 1、模型上能有突破，力求简单、实用（规则网格，图结构）
- 2、实现上算法速度快、效率高（MapReduce）